

Aire éducative du Houëlmont, commune de Gourbeyre

Une mare aux origines mystérieuses...



Classe virtuelle – 29 mai 2020

Laure DUCREUX, Chargée de mission
« Protection de la ressource en eau »

Rappel des événements ...

- **Date de l'intervention** : vendredi 6 mars 2020 (milieu de la saison sèche)
- **Accompagnateur** : Laurent Xarrié, responsable du CDI du Lycée G. Réache
- **Encadrant** : Aline Merle, médiatrice scientifique de la structure AN BA LOUP-LA
- **Invités** : Ygnaky Leveillé (Laboratoire CARSO) & Laure Ducreux (Office de l'Eau)

Le protocole d'échantillonnage

1 - Prélèvement d'eau dans la mare	2 - Rinçage des flacons (x3)	3 - Remplissage des flacons	4 - Mesures <i>in situ</i>	5 - Conditionnement et départ vers le laboratoire d'analyses
		 		

Le contexte naturel

➤ Du point de vue hydrologique

Etendue d'eau stagnante et peu profonde.

Le niveau d'eau n'est pas constant au cours de l'année (variation en fonction de la pluviométrie)... il s'agit bien d'une mare !

La topographie est favorable au ruissellement de l'eau de pluie depuis le sommet et à la concentration des eaux dans la mare (zone de replat)

saison sèche



saison humide

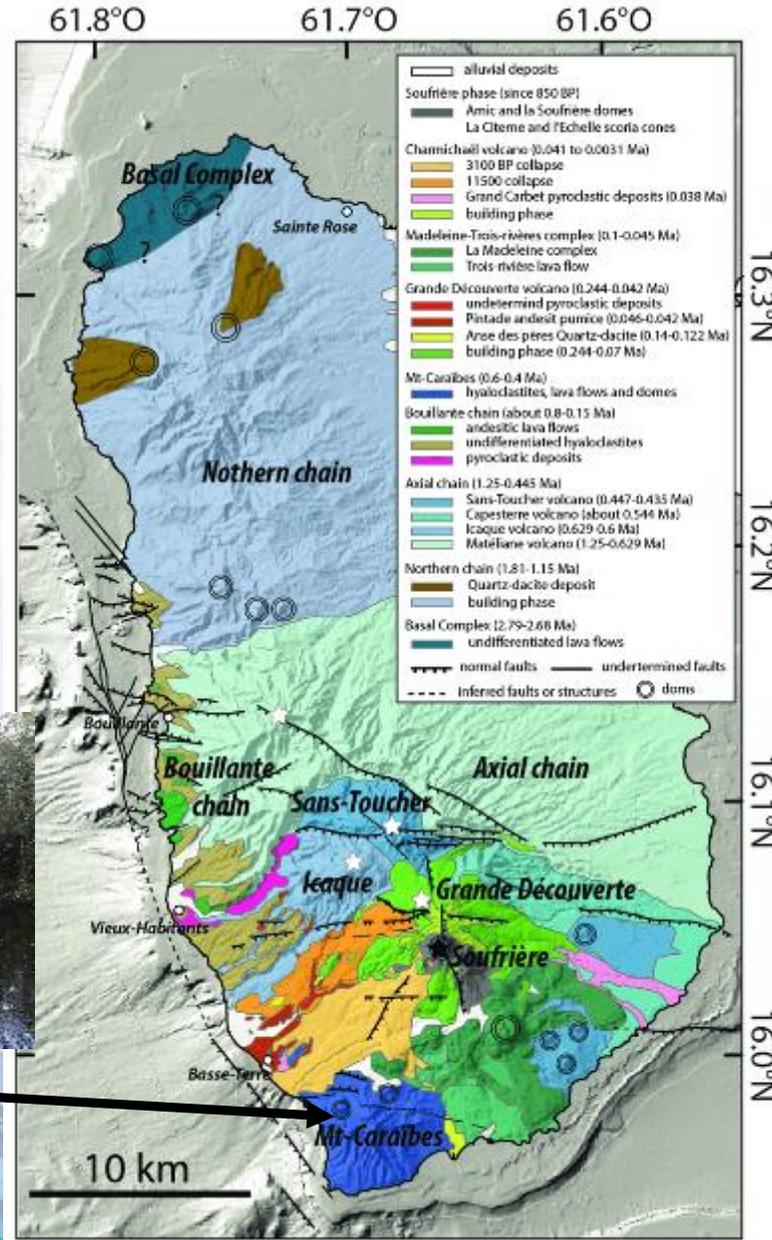
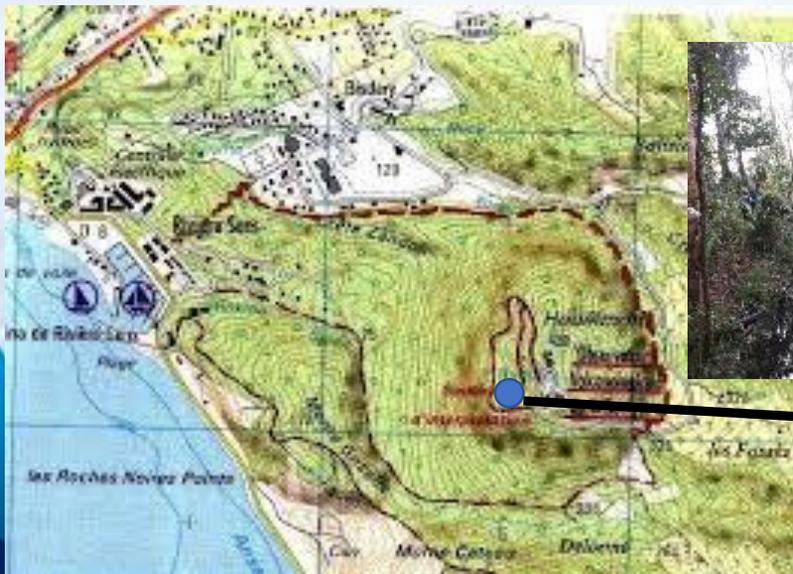


<https://www.zoom-guadeloupe.fr/>

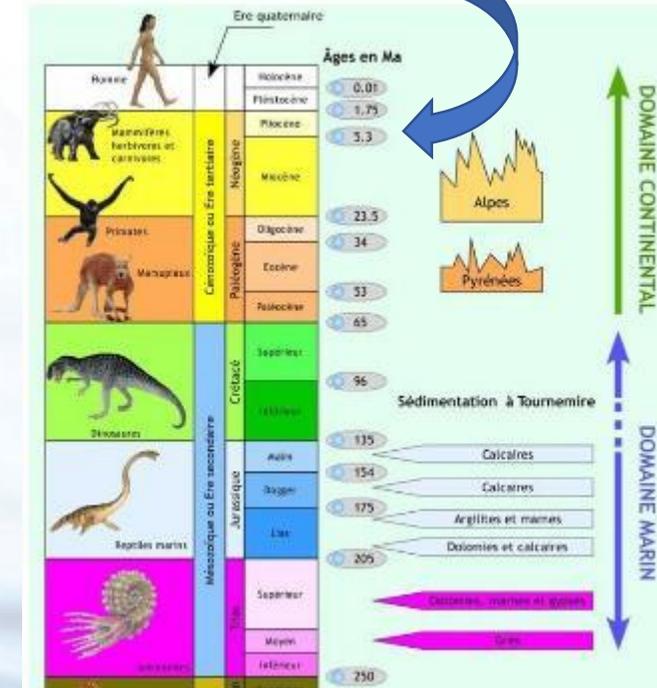
Le contexte naturel

➤ Focus sur la géologie

- La mare est localisée sur le morne Houëlmont, en contrebas de l'Observatoire volcanique
- Cet ancien volcan de 428 m d'altitude et d'âge Pliocène* prend place dans les monts Caraïbes (sud de l'île de la Basse-Terre)



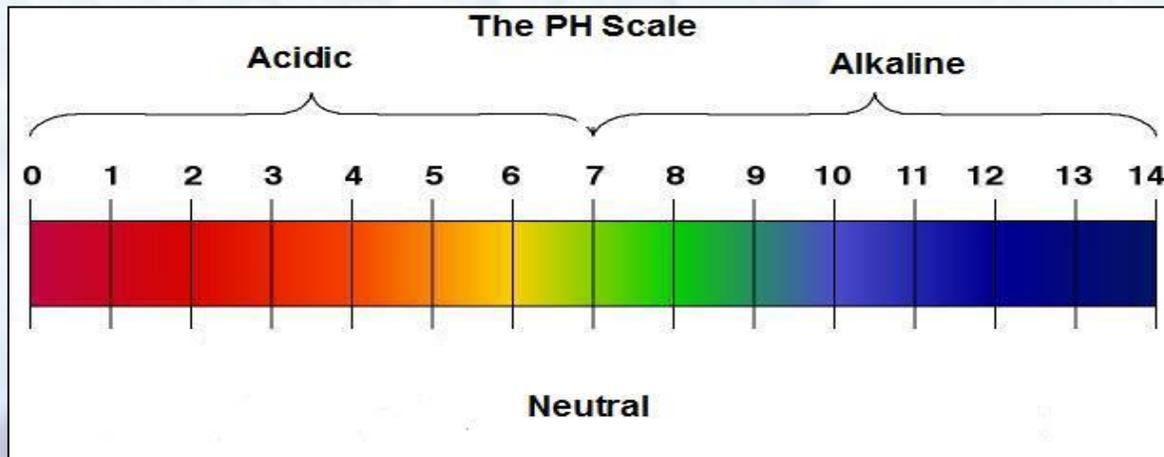
Le Pliocène



1^{ères} hypothèses basées sur les observations de mars 2020 d'après les mesures *in situ*

Le pH

Mesure de l'acidité de l'eau, c'est à dire la concentration en ions hydrogène (H⁺) L'échelle de pH s'étend de 0 (très acide) à 14 (très basique), la valeur médiane correspond à une solution neutre à 25 °C



Valeur relevée le 06/03/2020 = **6,54**

→ pH légèrement acide et représentatif des eaux continentales de Guadeloupe

La conductivité électrique de l'eau (EC)

Aptitude d'une eau à laisser les charges électriques se déplacer librement, autrement dit à permettre le passage du courant électrique.

+ une eau est minéralisée, mieux le courant circule et + sa conductivité est élevée. La conductivité électrique s'exprime en micro Siemens / cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

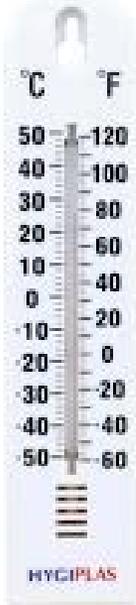
Valeur relevée le 06/03/2020 = **203 $\mu\text{S}/\text{cm}$**

→ Valeur élevée si l'on considère que la mare est alimentée par des eaux de pluie dont la conductivité est généralement comprise entre 30 et 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$

1^{ères} hypothèses basées sur les observations de mars 2020 d'après les mesures *in situ*

La **température de l'eau**

Echelle répandue dans laquelle la glace fond à 0 °C et l'eau bout à environ 100 °C dans les conditions standards de pression



Valeur relevée le 06/03/2020 = 21°C

→ **Température de la mare en équilibre avec la température atmosphérique du jour (fraicheur + quelques passages pluvieux)**

Le **potentiel d'oxydoréduction**

Grandeur thermodynamique, exprimée en volt (V) est notée Eh mesurant le pouvoir oxydant ou réducteur d'un système.

+ un système est oxydant (aptitude à se réduire en captant des électrons), + son potentiel d'oxydoréduction est élevé.

+ il est réducteur (aptitude à céder des électrons), + son potentiel rédox est faible.

Valeur relevée le 06/03/2020 = 266 mV

→ **Valeur positive, le milieu est oxydant !**

1^{ères} hypothèses basées sur les observations de mars 2020 d'après les mesures *in situ*

BILAN

L'eau de la mare apparaît minéralisée d'après la valeur de conductivité électrique (203 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Mais qu'est ce qui explique ce phénomène ?

- La présence de matière organique dans l'eau ?
- L'existence d'une pollution humaine ?
- Une alimentation de la mare par des eaux souterraines riches en minéraux dissous ?

Regardons les résultats d'analyses de l'eau pour y voir plus clair...



Les résultats d'analyses d'eau

Caractéristiques organoleptiques			
Turbidité	10 NFU	😊	<p>La turbidité est due à la présence dans l'eau de particules en suspension minérales (dont MES) ou organiques (bactéries, microalgues). Une eau turbide limite la pénétration de la lumière et des ultra-violet dans l'eau, et donc la photosynthèse.</p> <p>→ Etat des eaux bon pour des valeurs comprise entre < 35 NFU (guide d'évaluation des eaux de surface)</p> <p>→ Limite de qualité eau potable = 1 NFU</p>
Analyses physico-chimiques de base – des bons indicateurs de pollution			
Phosphore total	0,024 mg/L	😊	<p>Le phosphore existe à l'état naturel, c'est un élément indispensable à la croissance des végétaux. Il est également utilisé dans de nombreuses applications industrielles et domestiques (détergents). L'introduction massive de phosphore dans l'environnement contribue à l'accroissement rapide des concentrations dans les milieux aquatiques. C'est le principal responsable du processus d'eutrophisation causant la prolifération d'algues.</p> <p>→ Etat des eaux très bon pour des valeurs < à 0,05 mg/L (guide d'évaluation des eaux de surface)</p>
Matières en suspension	9,6 mg/L	😊	<p>Particules fines en suspension l'eau. Les MES sont d'origine naturelle (fréquentes en Guadeloupe après de fortes pluies → eaux de rivière et littorales « boueuses) ou d'origine anthropique (rejets urbains, agricoles, industriels, etc.).</p> <p>→ Limite MES eau potable = 25 mg/L</p>
Carbone Organique Dissous	<u>6,1 mg/l</u>	😊	<p>Taux de carbone dissous dans les eaux, ce paramètre est utile pour caractériser les pollutions. Il interfère avec les écosystèmes aquatiques (diminution de l'oxygène présent dans l'eau → oxydation).</p> <p>→ Etat des eaux bon à moyen pour des valeurs < 7 mg/L (guide d'évaluation des eaux de surface)</p>
Nitrates & Nitrites	0,8 mg/L < 0,1 mg/L	😊	<p>Les nitrates et les nitrites sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH₄⁺) présent dans l'eau et le sol</p> <p>→ Etat des eaux très bon à bon pour des valeurs de nitrate < 10 mg/L et de nitrite < 0,1 m/L (guide d'évaluation des eaux de surface)</p> <p>→ Limite de qualité eau potable pour les nitrates = 50 mg/L</p> <p>→ Limite de qualité eau potable pour les nitrites = 0,50 mg/L</p>



Milieu riche en matière organique mais non pollué par les activités humaines

Les résultats d'analyses d'eau

Analyses physico-chimiques – Cations majeurs dissous dans l'eau

Ammonium NH_4^+	< 0,05 mg/L	☺	<p>S'il est démontré que l'ammonium a une origine naturelle (réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates), il est présent en faible proportion dans l'eau. C'est un bon indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industrielle.</p> <p>→ Etat des eaux très bon pour des valeurs < à 0,1 mg/L (guide d'évaluation des eaux de surface)</p> <p>→ Référence de qualité eau potable = 0,10 mg/L (0,50 mg/L s'il est démontré que l'ammonium a une origine naturelle pour les eaux souterraines)</p>
Calcium Ca^{2+}	7,1 mg/L	☺	<p>Cation le plus abondant dans les eaux continentales. Présent dans tous les types de lithologie, mais prédomine dans les aquifères carbonatés (calcaires et craies).</p> <p>Ex : concentration de Ca^{2+} dans l'eau de source St-Jude = 16 mg/L</p>
Magnésium Mg^{2+}	2,5 mg/L	☺	<p>Le magnésium est le neuvième élément le plus abondant de l'univers. Il est libéré dans l'eau par interaction avec des roches magmatiques.</p> <p>Ex : concentration de Mg^{2+} dans l'eau de source St-Jude = 3,3 mg/L</p>
Sodium Na^+	<u>13,2 mg/L</u>	☺	<p>Le sodium est un métal mou d'origine naturelle (eau de mer NaCl) ou non. En Grande-Terre, les eaux continentales sont généralement naturellement chargées en NaCl (contexte insulaire).</p> <p>→ Référence de qualité eau potable pour le sodium = 200 mg/L</p> <p>Ex : concentration de Na^+ dans l'eau de source St-Jude = 9,2 mg/L</p>
Potassium K^+	1,7 mg/L	☺	<p>Abondant sur terre mais peu concentré dans les eaux naturelles (difficulté de mobilisation de l'ion K^+). Dans les eaux souterraines, sa concentration est généralement < 10 mg/l</p> <p>Ex : concentration de Na^+ dans l'eau de source St-Jude = 1,6 mg/L</p>



La concentration en cations majeurs dans l'eau de la mare rappelle celle de certaines sources de la Basse-Terre !

Les résultats d'analyses d'eau

Analyses physico-chimiques – Anions majeurs dissous dans l'eau

Chlorures Cl ⁻	<u>22,8 mg/L</u>	😊	<p>Ce sont des sels d'origine naturelle (eau de mer) ou non (exemple du Chlorure de vinyle et du chlorure de fer). En Grande-Terre, les eaux continentales sont généralement naturellement chargées en NaCl (contexte insulaire).</p> <p>→ Limite de qualité eau potable pour les chlorures = 250 mg/L</p> <p>Ex : concentration de H₂CO₃⁻ dans l'eau de source St-Jude = 8,1 mg/L</p>
Sulfate SO ₄ ²⁻	0,3 mg/L	😊	<p>Ils sont naturellement présents dans les aquifères volcaniques (système hydrothermal de la Soufrière de Guadeloupe par exemple).</p> <p>→ Référence de qualité eau potable pour le sulfate = 250 mg/L</p> <p>Ex : concentration de H₂CO₃⁻ dans l'eau de source St-Jude = 17,8 mg/L</p>
Bicarbonate H ₂ CO ₃ ⁻	26,0 mg/L	😊	<p>Ions présents en grande abondance dans l'eau souterraine, en particulier dans les aquifères calcaires (exemple de Grande-Terre)</p> <p>Ex : concentration de H₂CO₃⁻ dans l'eau de source St-Jude = 48,80 mg/L</p>
Carbonates CO ₃ ²⁻	0 mg/L	😊	<p>Ions généralement présents sous forme de Bicarbonate dans l'eau</p> <p>Ex : concentration de CO₃²⁻ nulle dans l'eau de source St-Jude = 0 mg/L</p>



La concentration en anions majeurs dans l'eau de la mare rappelle aussi celle de certaines sources de la Basse-Terre !

Les résultats d'analyses d'eau

Analyses physico-chimiques – Métaux dissous présents

Fer	0,717 mg/L	☹️	<p>Le fer est un élément assez abondant dans les roches, en particulier en milieu volcanique. Le fer est soluble à l'état d'ion Fe⁺⁺ (ion ferreux) mais insoluble à l'état Fe⁺⁺⁺ (ion ferrique). La valeur du potentiel d'oxydo-réduction (Eh) du milieu conditionne donc sa solubilité et la teneur de l'eau en fer.</p> <ul style="list-style-type: none">→ Limite de qualité eau potable = 0,2 mg/L→ Recommandation OMS pour l'eau potable < à 0,3 mg/L
Aluminium	0,067 mg/L	😊	<p>C'est le métal le plus abondant de l'écorce terrestre et le troisième élément le plus abondant après l'oxygène et le silicium</p> <ul style="list-style-type: none">→ Limite de qualité eau potable = 0,2 mg/L

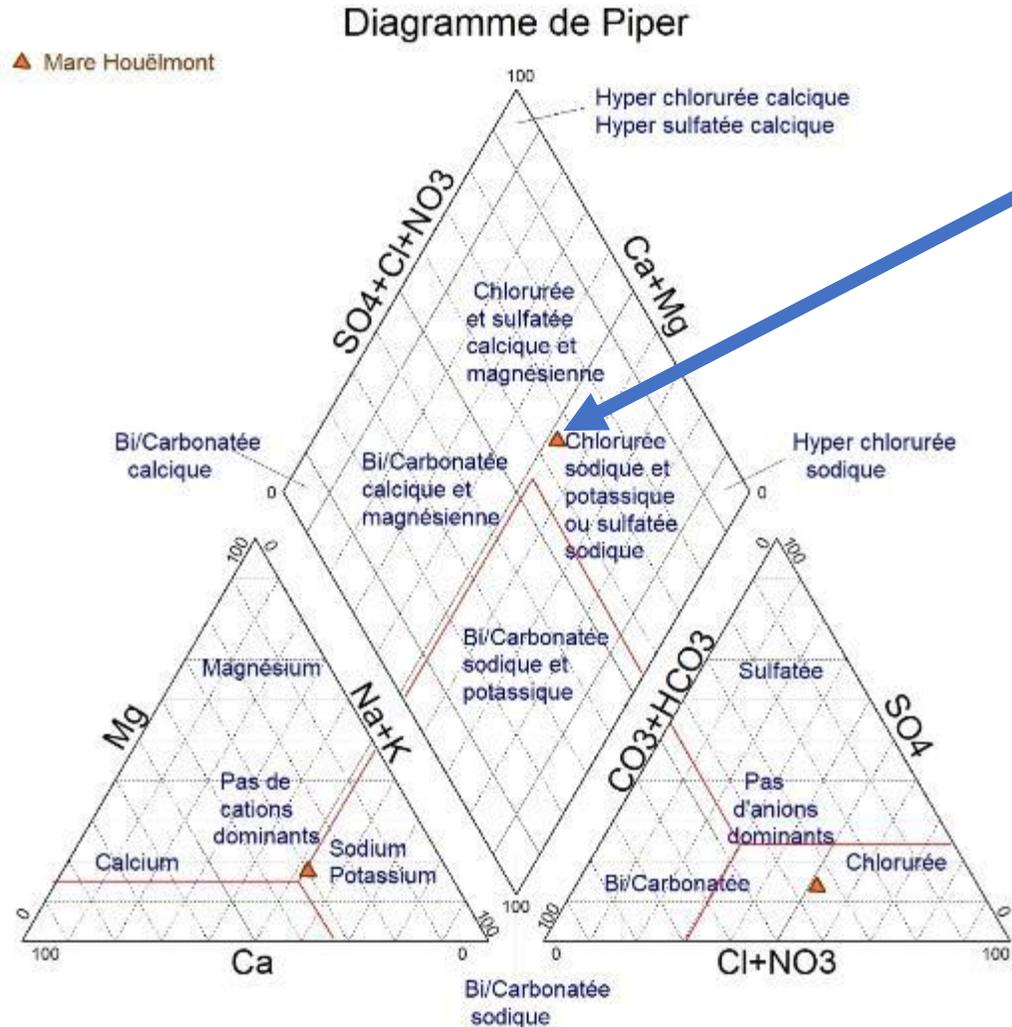
Métaux absents : Arsenic, cadmium, chrome, cuivre, manganèse, plomb et zinc dissous



Le fer et l'aluminium sont naturellement présents dans les eaux souterraines de l'île de la Basse-Terre, en lien avec la nature des roches volcaniques qui la composent.

La source du Pas du Roy (massif de la Soufrière) contient par exemple 2 mg/L de fer en moyenne.

Le faciès chimique de l'eau de la mare



L'eau de la mare a un faciès **chloruré sodique**, les ions dominants sont les mêmes que ceux composant le sel de table !!!!

Si on considère aussi les éléments « Trace » (métaux), on peut dire qu'elle est en + **ferrugineuse** car riche en fer



Et s'il s'agissait d'une source ?????

Complément d'enquête

Pour aller plus loin dans les investigations et confirmer l'origine de l'eau de la mare, nous sommes retournés sur le terrain avec Mme Merle et l'ONF le 18 mai dernier (attention, ça glisse...)



« Le niveau d'eau a bien baissé depuis mars, la sécheresse s'installe en Guadeloupe.... »

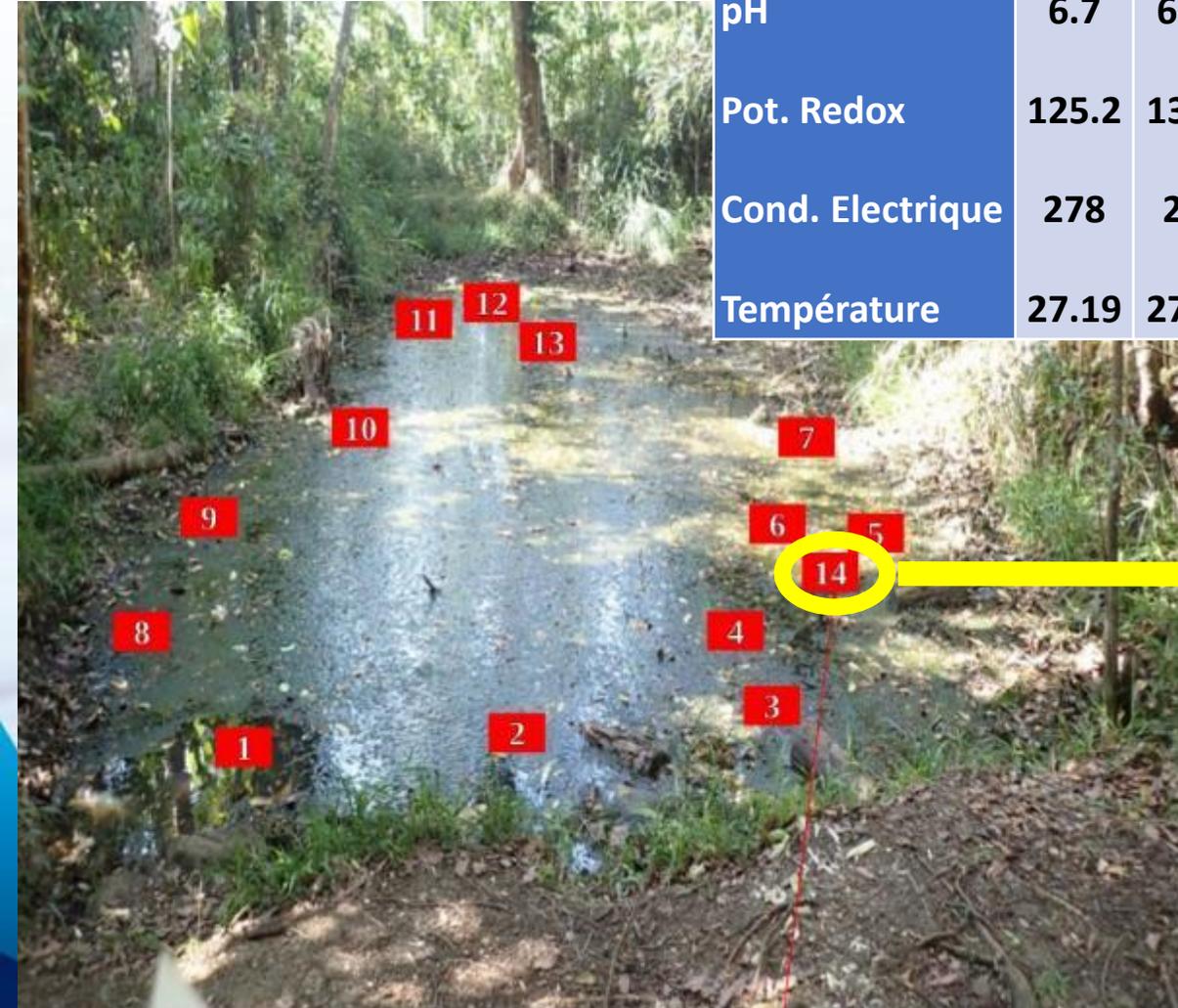


Des mesures *in situ* avec le boîtier ont été réalisées tout autour de la mare....

Compléments d'enquête

Mesures *in situ* sur l'ensemble de la mare

Relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
pH	6.7	6.83	6.29	6.51	6.5	6.60	6.26	6.07	7.6	6.95	6.87	6.71	6.05	6.03
Pot. Redox	125.2	138.4	1,0	32.4	4	-16	55	142	78.5	84	33	18	65	-60
Cond. Electrique	278	266	304	220	303	299	277	229	209	248	260	248	286	333
Température	27.19	27.84	27.5	28.90	28	24.2	26.3	28	28.35	27.5	28.5	26.6	25.6	24.4



Tous les paramètres *in situ* varient à l'échelle de la mare

Le relevé n°14 est celui sur lequel :

- la conductivité électrique est la + élevée
- Le pH, la température et le potentiel Redox sont au plus bas

Déduction....

La mare est riche en matière organique :

- L'eau a une couleur brunâtre
- Des végétaux en décomposition (feuilles, troncs) sont bien visibles dans l'eau
- La teneur en Carbone Organique Dissous (COD) est assez élevée

Elle n'est pas polluée par l'homme :

- La vie aquatique est observable dans la mare
- Les paramètres indicateurs de pollution sont tous au vert

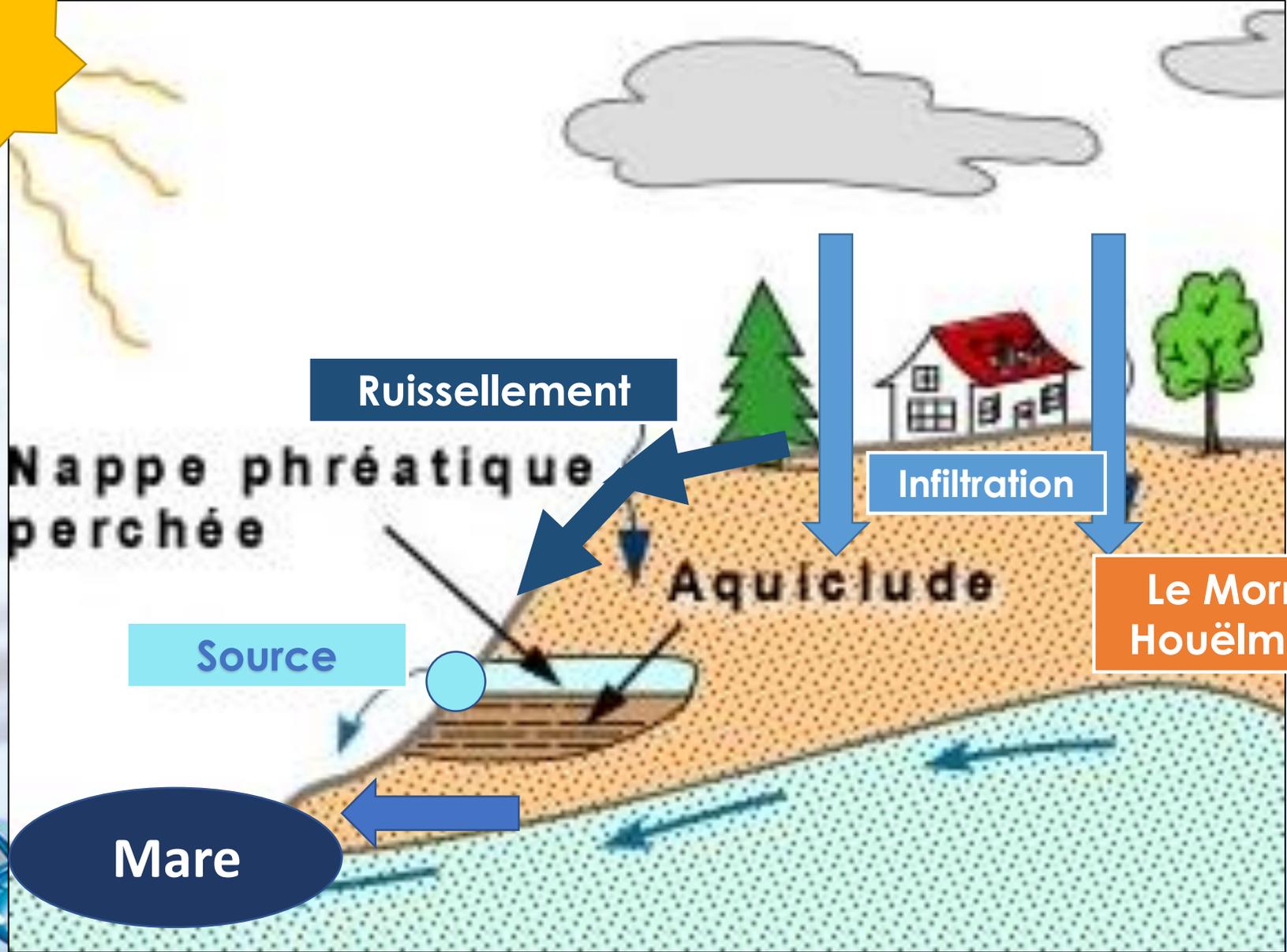
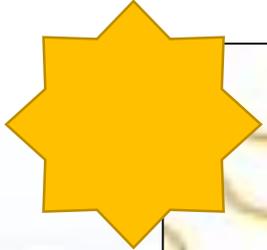
Elle est alimentée par des eaux de pluies car :

- Son niveau d'eau varie en fonction de la saison (basses-eaux en période de carême, hautes-eaux durant l'hivernage)
- La topographie est favorable au ruissellement de l'eau depuis le sommet de l'ancien volcan

L'origine de l'eau n'est pas que météorique, des eaux souterraines alimentent aussi la mare; autrement, c'est mélange :

- L'eau est minéralisée, elle a dû circuler un certain temps dans le sous-sol et se charger en minéraux (Chlorure, Sodium et Fer notamment)
- Les concentrations en éléments chimiques rappellent celles de certaines sources de la Basse-Terre
- Les paramètres *in situ* varient à l'échelle de la mare, pourtant petite
- De mémoire d'homme, la mare n'a jamais été complètement asséchée....

Schéma bilan...



Ruissellement

Infiltration

Nappe phréatique perchée

Aquiclude

Source

Le Morne Houëlmont

Mare

**Merci de votre
attention !**

